

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-77386

(43) 公開日 平成8年(1996)3月22日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 15/50				
G 0 6 F 17/50		9365-5H	G 0 6 F 15/ 72	4 6 5
		9191-5H	15/ 60	6 2 4 H

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平6-209684

(22) 出願日 平成6年(1994)9月2日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 荒巻 道昌

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

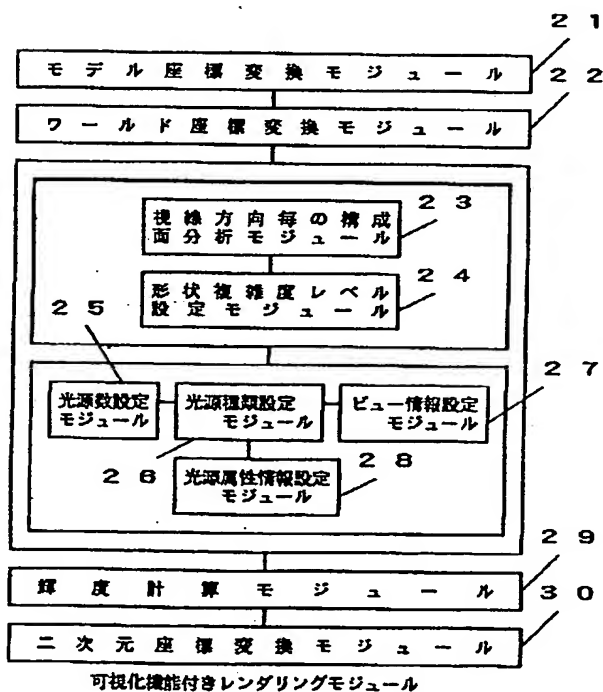
(74) 代理人 弁理士 小鍛冶 明 (外2名)

(54) 【発明の名称】 三次元図形処理装置

(57) 【要約】

【目的】 CADなどの三次元図形処理において、光源情報と視線情報を持たない、又は不十分な図形モデルに対して図形形状の複雑さを分析し、図形モデルに最適な光源種類、光源属性値、視線情報を生成し、三次元図形モデルを確実に可視化する三次元図形処理装置を提供することを目的とする。

【構成】 ワールド座標変換モジュール22から輝度計算モジュール29への処理過程に、6方向の視線方向からモデルの構成面を分析する視線方向毎の構成面分析モジュール23と形状複雑度レベル設定モジュール24によって三次元モデルの形状分析を行なう。そして光源数設定モジュール25でモデルを描画するために必要最小限の光源数を設定し、また形状の複雑さに対応した光源種類を設定し、各光源に必要な属性値を生成し、モデル外観を認識しやすい方向に視線情報を設定して可視化のための光源情報を設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】図形情報を入力する入力手段と、この入力を対話的に行なうユーザインターフェースと、入力された図形情報をもとに三次元データを生成する三次元データ生成手段と、前記三次元データをデータベースに保存した取り出す手段と、図形情報の入力を管理制御する管理制御手段と、前記三次元データを三次元モデル座標に変換する手段と、モデル座標内のデータをワールド座標に変換する手段と、三次元モデルを視線方向について可視部、不可視部を判定する手段と、光源情報とモデル面の反射特性に対応した光源計算を行なう手段と、輝度計算の結果を二次元座標へ変換する手段と、前記変換されたデータを画像表示装置に表示した印刷出力する手段と、表示部と、印刷部とから構成され、表示対象の三次元データが確実に可視化できるように光源情報と視線情報を自動的に生成することを特徴とする三次元図形処理装置。

【請求項2】光源情報に対して、輝度計算の計算負荷を軽減するために図形情報を分析する手段を備え、形状の複雑さに合わせて光源数を決定することを特徴とする請求項1記載の三次元図形処理装置。

【請求項3】図形形状の複雑さに応じて、光源の種類を自動設定することを特徴とする請求項1記載の三次元図形処理装置。

【請求項4】光源の種類に必要な光源属性値を図形形状から判断し、自動設定することを特徴とする請求項1記載の三次元図形処理装置。

【請求項5】三次元モデルの図形形状を面の複雑さから判定して、視線情報を自動設定することを特徴とする請求項1記載の三次元図形処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、特にCAD (Computer Aided Design) システムなどの三次元図形処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、複雑な形状の設計に伴い、CADによる作業が普及しており、三次元空間に物体を定義し光源や物体の質感を設定することで、設計対象物の完成モデルを事前に確認したり、そのモデルを使って解析を行なうことができるようになってきた。また、コンピュータグラフィックス (Computer Graphics) の分野でも3次元のモデルを定義し仮想的な物体をコンピュータ上に実現し映像と組み合わせた映画などの制作も盛んである。

【0003】以下に従来の三次元図形処理装置について説明する。図12は従来の三次元図形処理装置の概略構成図である。図12において、1は要求された情報を処理する中央処理装置、2はウィンドウ、図形要素、文字などを表示する表示装置、3は文字、数値、位置などデ

ータを入力するキーボード、タブレット、マウス等の入力装置、4はオペレーティングシステム、ウィンドウシステムなど実行中のプログラムを記憶する主記憶装置、5は図形処理プログラムを保存する二次記憶装置であって、6は図形データを蓄積するデータベース、7は三次元図形処理プログラムである。図13は従来の三次元図形処理を実行するプログラムモジュールのブロック図である。三次元図形処理プログラム8は、図形管理制御モジュール9とレンダリングモジュール10の二つからなっている。11はユーザと対話を行うユーザインターフェースモジュール、12はデータベースアクセスモジュール、13は三次元図形処理モジュール、14はモデル座標変換モジュール、15はワールド座標変換モジュール、16はビュー変換モジュール、17は輝度計算モジュール、18は二次元座標変換モジュールである。

【0004】以上のように構成された三次元図形処理装置について、以下その動作について説明する。まず、ユーザは、図12の入力装置3を使用して図形情報を入力し、表示装置2で描画された画像を確認することで、対話的に目的のモデルを作成していく。図形情報の入力と図形の管理を実際に司るのは図13の図形管理制御モジュール9であり、図形の入力や図形処理装置への指示などユーザと実際に対話を行うのがユーザインターフェースモジュール11である。ユーザからの図形情報は、三次元図形処理モジュール13において装置内部の命令として解釈され、データベースアクセスモジュール12を介し、図12のデータベース6に対して図形情報の保存と取り込みを行なう。ユーザから入力される情報は主に図形を構成する頂点の座標情報、モデルの色情報、光源情報、モデルの質感を示す反射属性情報、視線に関するビュー情報である。図形管理制御モジュール9内で三次元描画の命令が解釈されると、対象モデルの描画に必要な情報が3つのレンダリングモジュール10へ渡り、三次元描画のための処理が開始される。

【0005】レンダリングモジュール10では、まず、描画対象の三次元モデルを構成する各要素毎に図13のモデル座標変換モジュール14において、三次元座標で定義されたモデル座標に変換される。続いて、ワールド座標変換モジュール15において、それぞれのモデル座標に変換された三次元要素は、共通の空間であるワールド座標系に展開される。ワールド座標系のどの方向からモデルを見るかによって、最終的には描画像が異なってくるため、視線方向の情報を含んだビュー情報に従い、ビュー変換モジュール16において座標変換が行なわれる。その後、陰影処理のため輝度計算モジュール17において、光源計算、反射計算が行なわれ、描画モデルの最終的な表示色が決定される。最後に、表示装置2へ描画を行なうために、二次元座標変換モジュール18において三次元モデルが二次元座標へと変換される。

【0006】次に、本発明で使用する光源に関する用語

について、以下に説明する。光源とは、三次元空間に定義した物体を視覚的に実際に近い形で表現するため、実存の光を種別化しモデル化したものである。光源の種類としては一般に、平行光源、スポットライト光源、点光源、全光源があり、それぞれに異なった属性を持つ。平行光源は、晴天時の太陽光線に相当するもので、無限遠点からある方向に対して一様な光度で三次元空間内を照らす。平行光源の属性は、三次元方向ベクトルと光源色である。

【0007】スポットライト光源は、ある中心線方向に向かって直進する光線を放ち、光源から離れるにつけて光が拡散し、光度が減衰する光源である。スポットライト光源の属性は、三次元空間における光源の位置座標、光源からの距離とともに光線を拡散させる拡散角度、その光線の中心線を示す方向ベクトル、距離とともに光度を減衰させる減衰率、そして、光源色である。

【0008】点光源は、豆電球に相当する光源であり方向性を持たない光源である。また、光源からの距離とともに光が拡散していくため光度も減衰する。点光源の属性は、三次元空間の光源位置座標、減衰率、そして光源色である。

【0009】全光源は、曇天時の太陽光に相当するもので、三次元空間の無限遠点から全方向へ一定の強度で物体を照らす光源である。全光源の属性は、光源色のみである。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記の従来構成では、作成した三次元モデルを描画する場合、ユーザは定義したモデルとは別に複雑な属性を持つ光源を設定する必要があった。その際、光源の設定次第では、定義したモデルに光源が当たっていなかったり、光量が不足していたり、凹凸形状が確認しづらくて視点情報を変更しなければならないといった具合に、目的の描画を得るためには何度も光源情報の設定をやり直さなければならないという問題点を有していた。

【0011】一方、光源数を多くすれば、光量の不足による不可視は解消できるが、輝度計算処理の負荷が増大するため必要かつ最小限の光源数に留めなければならない。しかし、モデルに最適な光源数を設定する方法はこれまで存在せず、経験と数度におよぶ試行に頼っていたのが実際である。

【0012】そこで本発明は上記従来の問題点を解決するもので、定義された三次元モデルの形状および座標位置から最適な光源数を自動設定することができ、またモデル形状の複雑さの度合いにより光源種類を選定し同時に光源属性値も自動設定することができ、またモデルの構成面ができるだけ重ならないように、かつモデル全体が必ず視線空間内におさまるように視点の位置を自動設定することができ、さらには、光源情報、視線情報をもたないモデルデータから、自動的に光源、視線情報を設

定することができる三次元図形処理装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】以上の目的を達成するために本発明の三次元図形処理装置は、図形情報を入力する入力手段と、この入力を対話的に行なうユーザインターフェースと、入力された図形情報をもとに三次元データを生成する三次元データ生成手段と、三次元データをデータベースに保存した取り出す手段と、図形情報の入力を管理制御する管理制御手段と、三次元データを三次元モデル座標に変換する手段と、モデル座標内のデータをワールド座標に変換する手段と、三次元モデルを視線方向について可視部、不可視部を判定する手段と、光源情報とモデル面の反射特性に対応した光源計算を行なう手段と、輝度計算の結果を二次座標へ変換する手段と、変換されたデータを画像表示装置に表示した印刷出力する手段と、表示部と、印刷部とから構成され、表示対象の三次元データが確実に可視化できるように、光源情報と視線情報を自動的に生成するものである。

【0014】

【作用】以上の構成によって、描画モデルに対して必要かつ最小限の光源数を自動設定することができ、形状の複雑さにより光源を自動的に生成することができ、形状を最も把握し易い位置に視線情報を自動設定することができる。また三次元図形処理装置の描画処理機構に上記機能を取り込むことで光源情報と視線情報を持たない図形情報に対して三次元描画処理を実行させることができる。

【0015】

【実施例】以下、本発明の実施例について、図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施例の可視化機能付きレンダリングモジュールブロック図である。最初に、概略として処理の流れを説明する。三次元定義された図形情報は、まずモデル座標変換モジュール21で各モデル要素毎に三次元座標へ展開される。ワールド座標変換モジュール22で各モデル座標で展開されたモデル要素は、共通の座標空間であるワールド座標へ変換される。次に、ワールド座標における三次元モデルの形状を解析するための処理へ移り、視線方向毎の構成面分析モジュール23において6種類の視線方向について構成面を分析する。構成面を分析後、形状複雑度レベル設定モジュール24においてそれぞれの視線方向から形状の複雑さを求めるための分析を行ない、形状の複雑度をレベル化する。

【0016】続いて、形状の複雑度レベルをもとに、光源数設定モジュール25において光源数、光源種類設定モジュール26において光源種類、光源属性情報設定モジュール28において光源属性情報を設定し、最後に、視線情報としてビュー情報設定モジュール27においてビュー情報を設定し、本発明の目的であるモデルを可視

化するための情報設定を終了する。その後設定された光源、視線情報をもとに輝度計算モジュール29で陰影処理を実行し、二次元座標変換モジュール30で実際の画面表示のための描画像を作成する。

【0017】以下に、上記概略の流れの詳細を説明する。図2は本発明の一実施例の各方向についての形状分析のフロー図、図3は同方向分析概略図、図4は同面構成分析アルゴリズム、図5は同面情報テーブル、図6は同面法線グループテーブル、図7は同形状複雑度レベル設定テーブル、図8は同光源数、光源種類設定フロー図、図9は同光源属性値設定テーブル、図10は同光源属性値設定概略図、図11は同視線方向設定フロー図である。

【0018】まず、図1の視線方向毎の構成面分析モジュール23において、図3の上図に示すように、予め決定された6方向の視線方向それぞれについて構成面を解析する。これら6方向は、前方、後方、左方、右方、上方、下方の方向であり、以後それぞれをDf、Db、Dl、Dr、Du、Ddとする。図3の下図は上図に示した三次元空間内を右方Dr方向から見た図であり、視線方向ごとに形状の異なった面で構成されることが確認できる。

【0019】図2のSTEP1において、ワールド座標系のモデルデータが読み込まれ、STEP2、STEP3で上述の6方向についてそれぞれ面情報を得る。次に、STEP4においてそれぞれの方向に属する構成面の全面積が求められ、STEP5において各方向の面について法線ベクトル毎にモデル面の占有度が計算される。

【0020】図4は、図2のSTEP4およびSTEP5での処理の詳細アルゴリズムである。図4のSTEP11において、すべての面に対して、IDつまりインデックスを割付け、それぞれの面について面積、法線ベクトル、そしてその重心を算出し、図5に示すテーブルへ登録する。次にSTEP12において法線ベクトルどうしの距離計算を行ない類似法線ベクトルについてグループ化を行なう。さらにSTEP13、STEP14でそれぞれの法線グループに属する面の総面積と、視線方向内でのグループの面積占有率を計算しテーブルへ登録する。図6にこの結果例とテーブル構成を示す。このテーブルにはグループのIDとグループの法線ベクトル、グループ内の面積和、そしてそのグループがその方向の全構成面のどれくらいを占めるかを示す面占有率、さらに、グループを構成する面のIDリストが保存される。以上で図1の構成面分析モジュール23の処理が完了する。

【0021】続いて、処理は図1の形状複雑度レベル設定モジュール24へ移る。このモジュールでは、図6に保存されたテーブル情報からそれぞれの視線方向における法線グループとそのグループの総面積によって視線方

向における形状の複雑度を計算し、さらに図7に示すテーブルによって複雑度のレベル分けを行なう。以上処理で、Df、Db、Dl、Dr、Du、Dd全ての視線方向から見たモデル面の複雑レベルが評価されたことになる。続いて処理は、ブロック図1の光源数設定モジュール25と、光源種類設定モジュール26に移る。

【0022】光源数および光源種類の設定フローを図8に示す。まず、図8のSTEP21において、6方向の中で複雑度レベルの最も高い視線方向を選定する。次に、STEP22でその視線方向の中で、最も占有率の高い法線グループを選ぶ。次にSTEP23で、最も占有率の高い法線グループの法線ベクトルと、それ以外の法線ベクトルとの角度を計算し、角度45度以内に80パーセント以上が位置する場合に、STEP24において平行光源を一つ設定する。これは、形状は複雑であるが面のほとんどが近い方向を向いているため、この平行光源一つでほとんどの面を可視化することができる。

【0023】つぎにSTEP25に移り、平行光源と方向と90度以上の角度差をもつ法線グループが存在する場合、この面は平行光源一つでは照射されないため、対象となる法線グループについてスポットライト光源を一つずつ設定する。一方、STEP23においてNOの場合、法線方向がまとまった方向へ向いていないと判定できるため、STEP27、STEP28において占有率が30パーセントを越える法線グループに対して、それぞれに平行光源を一つずつ割り当てる。さらにそれ以外の占有率の面については、STEP29において法線グループの構成面の重心分析に応じて、光度は弱い多くの面を照射できる点光源を設定する。つづいて、STEP30では2番目以降の複雑度レベルの方向について順次STEP22の処理を開始していくが、複雑度レベルが2番目以降のものについては、平行光源を設定する場合でかつ以前の処理過程で設定済みの平行光源と45度以内の差でしかない場合は、新たに平行光源は設定しないものとする。以上の方法で光源数をできるだけ効率良く配置することができ、さらに、モデルがあらゆる視線方向についても可視化となる光源種類を配置することができる。

【0024】つづいて、処理は図1の光源属性情報設定モジュール28に移る。このモジュールでは、図1の光源種類設定モジュール26で設定された光源種類についてそれぞれ光源属性を設定していく処理が行なわれる。図9は光源属性値設定テーブルの設定結果例である。まず平行光源の場合は、属性値は光源の方向ベクトルと光源色であるが、光源色についてはユーザ指定の可能性が高く、仮に指定されなければデフォルト値として面の色と同じ色を光源色として設定する。以降、他の光源種についての光源色も同様に考える。もう一つの属性である方向ベクトルは、図8のSTEP22における占有率の高い法線ベクトルグループの法線ベクトルと打ち消す関

係にあるベクトル、即ち法線ベクトルに-1を乗じたものを設定する。

【0025】次に、スポットライト光源は、光源座標位置、方向ベクトル、光の拡散角度、減衰率、光源色を属性値として持つ、それらの決定方法を図10に示す。例として図10の上図に示すように法線グループの構成面A、B、Cが存在していた場合、まずグループで共通の法線ベクトル方向と逆方向にスポットライトの方向ベクトルを設定する。つぎに、構成面A、B、Cの重心位置それぞれに法線ベクトルに垂直に交わる垂直面A、B、Cを求める。最も外郭に位置する2つの重心Bおよび重心Cの中心に中心線を引く。また、中心線と法線方向の最前に位置する重心Bの垂直面Bとの交点C（図中、最前面中心線座標）を求める。交点Cと重心Bとの距離をR、そして交点Cと光源との距離をLとする。下図に示す $R/L=1/4$ となる位置に光源を決定し、光源の位置座標を求める。さらにR、Lから拡散角度 α を求める。ただし、減衰率および光源色については、この場合デフォルト値を設定することにする。

【0026】点光源の場合もスポットライトと同様に、図10の方法で $R/L=1$ の距離に光源座標を設定する。なお、減衰率および光源色はこの場合デフォルト値を設定することにする。以上で図1の光源属性情報設定モジュール28を終了し、最後に、図1のビュー情報設定モジュール27へ移る。

【0027】視線方向の設定フローを図11に示す。まず、STEP31で最も複雑度レベルの高い視線方向をDv1とする。つぎに視線方向Dv1と隣接する視線方向、例えばDrの場合、Du、Db、Df、Ddのが対象となる。これら隣接方向の中で最も複雑度レベルの高い視線方向をDv2とする（STEP32）。そして、Dv1とDv2に関して最も面占有率の高い法線グループの法線ベクトルをDv1s、Dv2sを得、線部Dv1s、Dv2sの中心ベクトルVを求める（STEP33）。つぎに、Dv1の構成面の重心点のさらに重心位置VGを求め、点VGと通るかつV方向の線分上に視点位置を設定し、-V方向を視線方向とすることでビュー情報（視線情報）を決定する（STEP34）。

【0028】

【発明の効果】以上のように本発明は、複雑でかつ何度

も試行が必要な光源情報と視線情報の設定を、図形情報の複雑さに応じて自動生成することができるとともに、可視化のために必要かつ最小限の光源数を自動的に設定することで、三次元処理で最も負荷の高い輝度計算処理の負荷を軽減できる優れた三次元図形処理装置を実現できるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の可視化機能付きレンダリングモジュールブロック図

10 【図2】本発明の一実施例の各方向についての形状分析のフロー図

【図3】本発明の一実施例の方向分析概略図

【図4】本発明の一実施例の面構成分析アルゴリズムを示す図

【図5】本発明の一実施例の面情報テーブルを示す図

【図6】本発明の一実施例の面法線グループテーブルを示す図

【図7】本発明の一実施例の形状複雑度レベル設定テーブルを示す図

20 【図8】本発明の一実施例の光源数、光源種類設定フロー図

【図9】本発明の一実施例の光源属性値設定テーブルを示す図

【図10】本発明の一実施例の光源属性値設定概略図

【図11】本発明の一実施例の視線方向設定フロー図

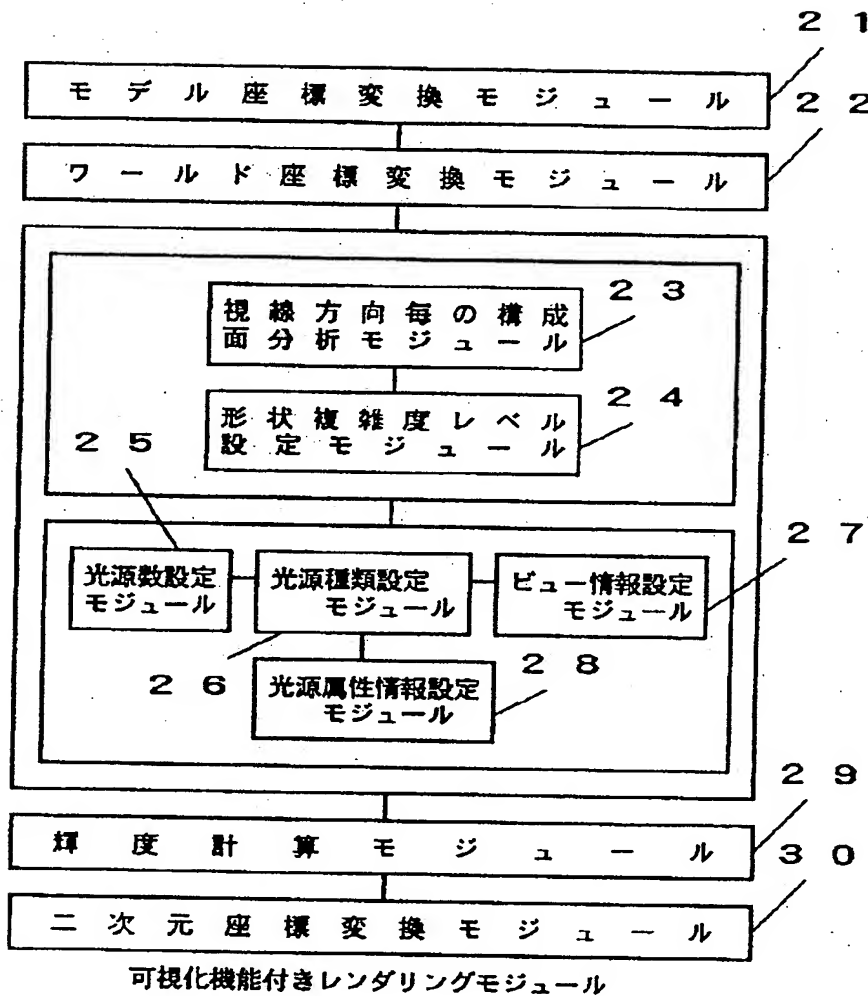
【図12】従来の三次元図形処理装置の概略構成図

【図13】従来の三次元図形処理を実行するプログラムモジュールのブロック図

【符号の説明】

- 30 21 モデル座標変換モジュール
- 22 ワールド座標変換モジュール
- 23 視線方向毎の構成面分析モジュール
- 24 形状複雑度レベル設定モジュール
- 25 光源数設定モジュール
- 26 光源種類設定モジュール
- 27 ビュー情報設定モジュール
- 28 光源属性情報設定モジュール
- 29 輝度計算モジュール
- 30 二次元座標変換モジュール

【図1】



【図7】

複雑度=グループ数×総面数
形状複雑度レベル設定テーブル

複雑度レベル	複雑度範囲
レベル1	1 ~ 5
レベル2	8 ~ 30
レベル3	31 ~ 50
レベル4	51 ~ 200
レベル5	201 以上

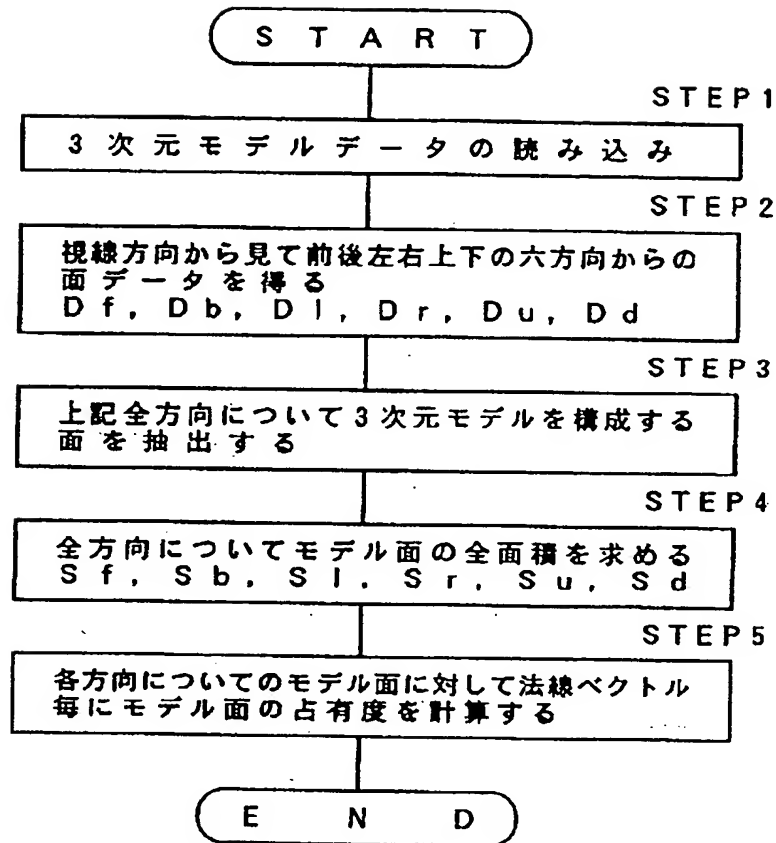
【図5】

面ID	面積	法線ベクトル (l, j, k)	重心座標 (x, y, z)
DR0001	337	(0.21, 0.34, 0.57)	(103, 728, 55)
DR0002	102	(0.23, 0.74, 0.11)	(238, 83, 107)
DR0003	47	(0.21, 0.34, 0.60)	(647, 86, 921)
DR0004	225	(0.48, 0.65, 0.76)	(34, 889, 234)
DR0005	1328	(0.11, 0.24, 0.65)	(125, 230, 102)
...
DR0029	76	(0.21, 0.34, 0.60)	(703, 913, 224)

【図6】

グループID	法線ベクトル (l, j, k)	面積和 (pixel)	占有率 (%)	面IDリスト
DRG001	(0.12, 0.43, 0.81)	1386	0.55	DR0003, DR0088, ...
DRG002	(0.32, 0.19, 0.21)	7832	3.1	DR0103, DR0064, ...
DRG003	(0.34, 0.72, 0.17)	5028	2.0	DR0034, DR0048, ...
DRG004	(0.55, 0.28, 0.76)	13972	5.5	DR0027, DR0193, ...
DRG005	(0.87, 0.23, 0.64)	2058	0.82	DR0011, DR0054, ...
...
DRG029	(0.81, 0.31, 0.76)	24812	9.92	DR0031, DR0251, ...

【図2】



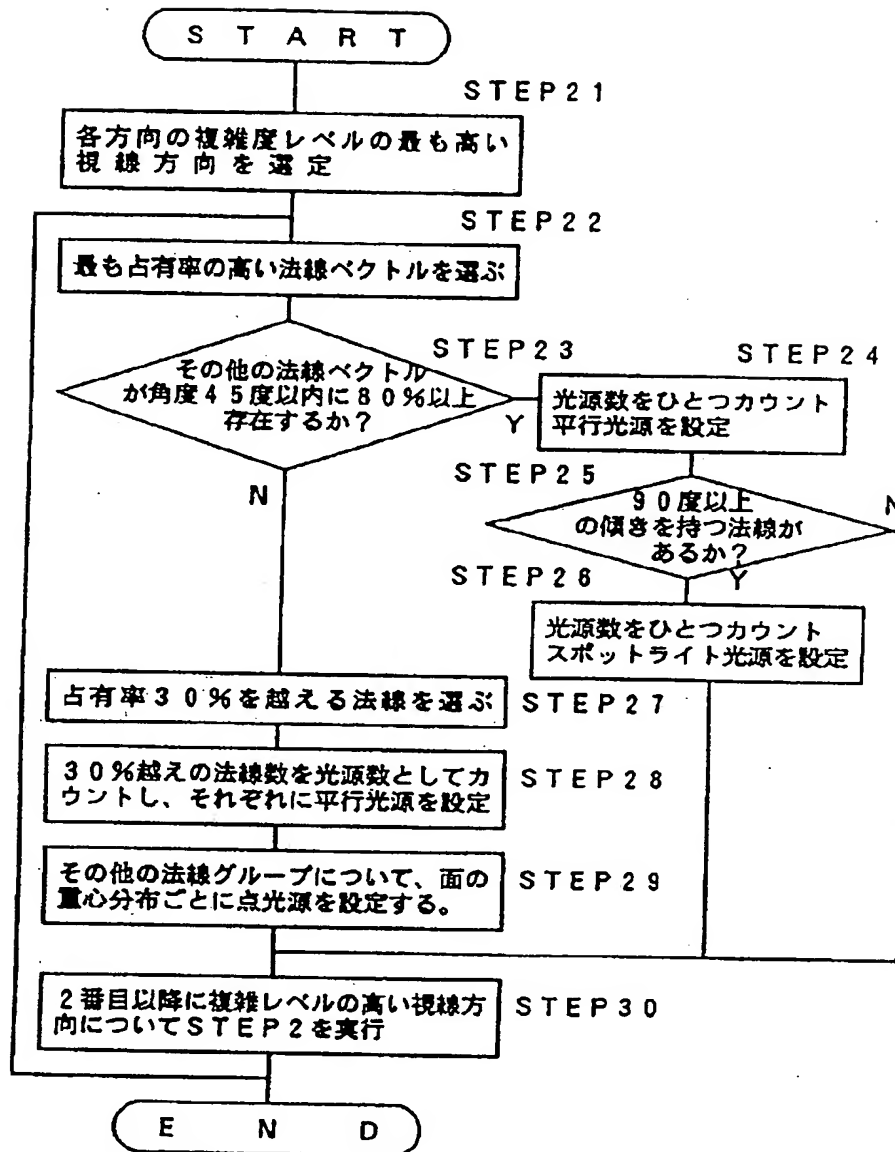
【図9】

光源種類	属性値	設定値
平行光源	方向ベクトル 光源色	法線ベクトル× (-1) *算出 デフォルト値 (0.8,0.8,0.8)
スポット ライト光源	光源位置座標 方向ベクトル 拡散角度 減衰率 光源色	(283,465,103) *算出 法線ベクトル× (-1) *算出 20度 *算出 デフォルト値 0.5 デフォルト値 (0.8,0.8,0.8)*算出
点光源	光源位置座標 減衰率 光源色	(447,774,39) *算出 デフォルト値 0.5 デフォルト値 (0.8,0.8,0.8)

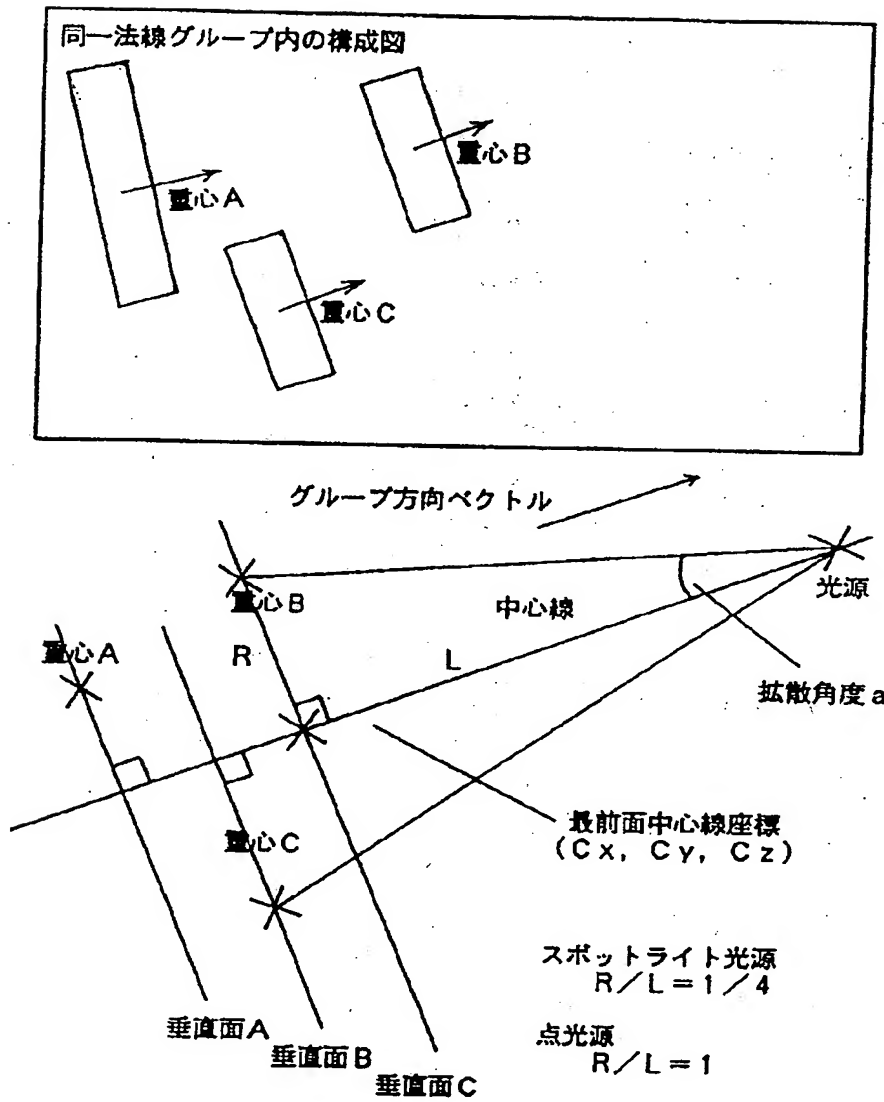
```

graph TD
    START([START]) --> STEP1[STEP 1  
全ての面に対して、インデックスを付け、それぞれの面について面積と法線ベクトルと重心を算出し、テーブルに登録する]
    STEP1 --> STEP2[STEP 2  
法線どうしの近さを計算し分類を行い、法線グループをインデックスとするテーブルを作成する]
    STEP2 --> STEP3[STEP 3  
法線グループ内の面積の総和を求める]
    STEP3 --> STEP4[STEP 4  
それぞれの法線グループの面占有率を計算]
    STEP4 --> END([END])
  
```

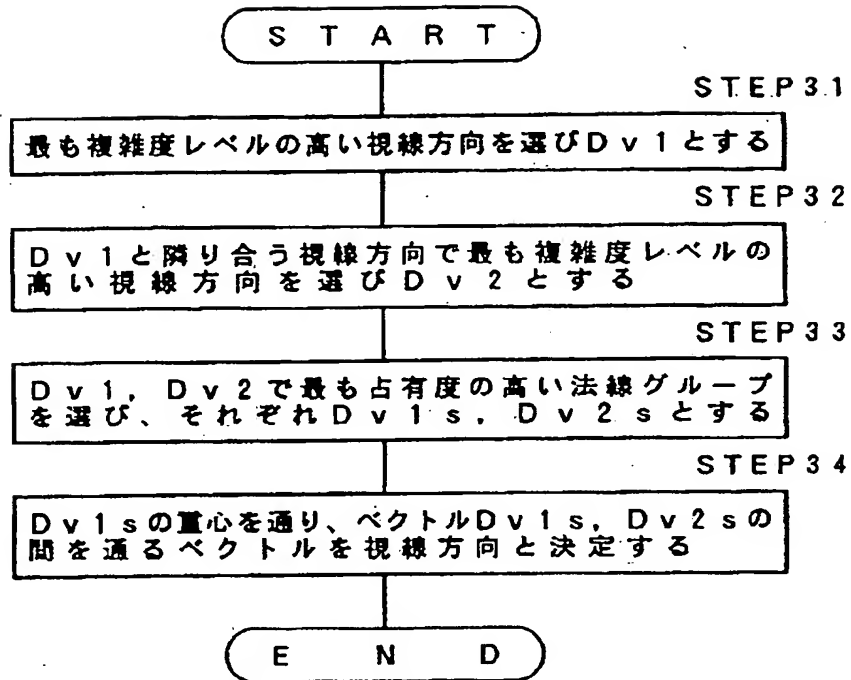

【図8】



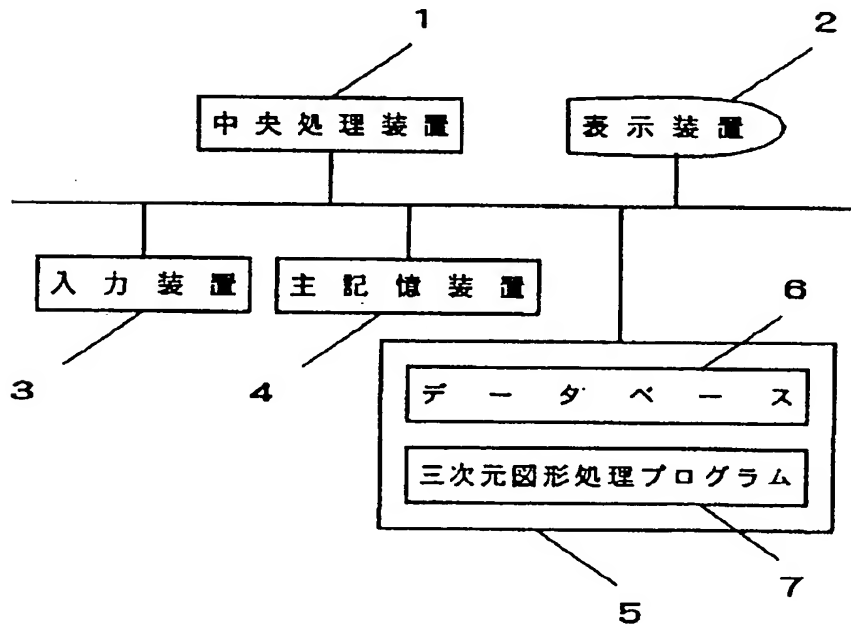
【図10】



【図11】



【図12】



【図13】

